

## **Matthias Klawa: Externe Sturmereignisse in Deutschland: Entwicklung, Zusammenhang mit der Nordatlantischen Oszillation und Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft. 2001**

In der vorliegenden Studie werden intensive Sturmereignisse über Deutschland identifiziert und charakterisiert. Das Hauptaugenmerk gilt hierbei Stürmen, die große versicherte Schäden in Deutschland verursachten. Darüber hinaus wird erörtert, in wie weit die Nordatlantische Oszillation (NAO) relevant für das Auftreten der Sturmereignisse ist. Da Daten über versicherte Sturmschäden außer Jahressummen (Angaben des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft, GdV) und wenigen zusätzlichen Informationen zu Einzelereignissen kaum verfügbar sind, wird zunächst ein Sturmschadenmodell auf Basis von täglichen DWD-Spitzenböendaten (1970-1997) entwickelt: Die simulierten jährlichen Sturmschäden dieses Modells sind mit den Angaben des GdV (1980-1997) mit  $r=0,96$  korreliert. Auch die Schadenhöhe einzelner bekannter Ereignisse werden über das Sturmschadenmodell quantitativ wiedergegeben, so daß schließlich eine Liste von bedeutsamen Schadenereignissen erstellt werden kann. Auswertungen dieser Liste ergeben, daß zwischen 1970 und 1997 80% der gesamten versicherten Sturmschäden durch nicht mehr als 50 Ereignisse mit einem versicherten Mindestschaden von 100 Millionen DM (Preisniveau 2000) verursacht werden. Deshalb erweist es sich als sinnvoll, die weiteren Untersuchungen auf Stürme mit einer solchen Mindestintensität zu beschränken. Weil Spitzenböendaten nicht in homogener Form über längere Zeitabschnitte vorliegen, wird das Sturmschadenmodell auf NCEP/NCAR-Reanalyse Winddaten (1958-1998) übertragen. Obwohl die NCEP/NCAR-Reanalysen einige Schwächen in der Wiedergabe extremer Stürme offenbaren, können über diesen Datensatz die über die Spitzenböendaten referenzierten Schadenereignisse zufriedenstellend identifiziert werden. Die über die NCEP/NCAR-Reanalysen simulierten jährlichen versicherten Sturmschäden sind mit den Angaben des GdV (1980-1997) mit  $r=0,86$  korreliert. Weitergehende Analysen der schadenintensivsten Sturmereignisse lassen erkennen, daß diese Ereignisse sich in Zonen außergewöhnlich hoher Baroklinität über dem Atlantik stromauf von Deutschland entwickeln und gleichzeitig Luftmassen mit hohen Werten der äquivalent-potentiellen Temperatur ( $Q_e$ ) miteinbeziehen. Die Entwicklung der schadenintensiven Stürme unterscheidet sich in diesen Punkten deutlich von der Entwicklung der weniger schadenintensiven Tiefdruckgebiete. Wird das Auftreten der über das Schadenmodell identifizierten Schadenereignisse in Abhängigkeit von den Phasen der NAO ausgewertet, so ergibt sich eine eindeutige Zunahme der Auftretenswahrscheinlichkeit bei zunehmend positiven monatlichen NAO-Indexwerten im Winterhalbjahr. Dieser Zusammenhang ist auch auf saisonaler Zeitskala (im Winter) nachweisbar und unabhängig von der NAO-Indexdefinition. Auch in Ländern wie Frankreich, Polen und Großbritannien treten intensive Stürme bei positiven NAO-Indexwerten gehäuft auf. Trotz dieses Ergebnisses ist der Zusammenhang zwischen der NAO und sturm-begünstigenden Voraussetzungen nicht eindeutig. Sowohl in positiven als auch in neutralen NAO-Phasen sind gehäuft extrem barokline Zonen über dem Atlantik stromauf von Deutschland festzustellen. Nur in negativen NAO-Phasen sind die barokline Wachstumsbedingungen für Sturmsysteme selten günstig. Wird allerdings das Auftreten von hohen Baroklinitätswerten mit dem Auftreten hoher  $Q_e$ -Werte kombiniert betrachtet, so ergibt sich, daß insbesondere während positiver NAO-Phasen beide Voraussetzungen für die Entwicklung intensiver Stürme erfüllt sind.

---

In the present study, special focus is put on the identification and analysis of intensive storm systems over Germany. Moreover, it is investigated if the NAO (North Atlantic Oscillation) is a possible long-term indicator for storm risk in Europe. In contrast to many meteorological studies on extratropical storms, the events are selected by the amount of the insured losses. As information on losses covered by the insurance industry is hardly available, except for a few storms and yearly sums of storm losses, a loss-model based on a modified gust-speed approach ( $v^3$  is proportional to the damage) is used to obtain a complete and homogeneously valued list of intensive storm events. Therefore, daily maximum gust wind speed data at selected stations from the German Weather Service

(1970-1997) are carefully checked for homogeneity and are put into the loss-model. The model output is validated to the available insurance data. The simulated yearly sums of storm losses (1980-1997) are correlated to the insurance data by  $r=0.96$ . Quantities of real insured storm losses of single events are captured as well. Evaluating this list of single events and their simulated losses in Germany, it is found out, that between 1970-1997 80% of all insured losses are caused by not more than 50 storm events. The minimum loss of these events is 50 Million Euros. Hence, it seemed to be useful to start advanced investigations on storms with a minimum intensity of these storms. Due to the fact that gust-speed data are not available in constant quality over longer time periods, the loss-model is adapted to NCEP/NCAR-Reanalysis wind speed data (1958-1998). Although this data set is not capable of representing extreme wind events in detail, the identification of the above mentioned 50 extreme events is satisfying. The simulated sums of yearly insured losses -obtained by using the NCEP/NCAR-Reanalysis wind data- is correlated to the insurance data by  $r=0.86$ . The meteorological analysis of damaging storms clearly indicates that these events are not only extreme in terms of their impacts. While developing they show characteristics which differ from the development of moderate, less expensive storm systems: Extreme baroclinicity and extreme values of the equivalent potential temperature ( $Q_e$ ) in the lower troposphere - used as an indicator for warm and humid airmasses- accompany these storms upstream from Germany. Analyses of circulation types around the loss-storms exhibit that most of them are embedded in a westerly/southwesterly flow upstream from Germany. Further investigations on these storms and their relation to the NAO (1958-1998) clearly show that with an incrementally positive NAO-index the probability of getting intensive storms increases. This signal is obtained on monthly and seasonal (winter) time scales. In neighbouring countries like France, Poland and the United Kingdom similar signals can be found as well. Although the relation between NAO and intensive storms is obvious, the influence of the NAO on important aspects for the intense storm development is less clear. During both positive and neutral phases of the NAO, high values of baroclinicity are often found upstream from Germany over the North Atlantic. Only during negative NAO-phases baroclinic growth conditions for storms are seldom conducive for strong storm development. But in combination with the occurrence of high  $Q_e$ -values upstream from Germany the influence of the NAO on intensive storms over Germany gets clearer: Particularly, during positive NAO-phases both high baroclinicity and high values of  $Q_e$  are frequently analysed.